

## 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau  
von Makro bis Nano /  
Mechanical Engineering  
from Macro to Nano**

**Proceedings**

Fakultät für Maschinenbau /  
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

## Impressum

Herausgeber:	Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
Redaktion:	Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten Andrea Schneider  Fakultät für Maschinenbau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß, Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges, Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer, Dipl.-Ing. Silke Stauche
Redaktionsschluss: (CD-Rom-Ausgabe)	31. August 2005
Technische Realisierung: (CD-Rom-Ausgabe)	Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau Dipl.-Ing. Christian Weigel Dipl.-Ing. Helge Drumm Dipl.-Ing. Marco Albrecht
Technische Realisierung: (Online-Ausgabe)	Universitätsbibliothek Ilmenau <a href="#">ilmedia</a> Postfach 10 05 65 98684 Ilmenau
Verlag:	 Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V. Werner-von-Siemens-Str. 16 98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe):	3-932633-98-9	(978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe):	3-932633-99-7	(978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:  
<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

A. Albrecht, T. Frank , M. Günther, S. Nieland, A. Steinke, V. Zöppig

## **MORES<sup>®</sup> Match-X als Baukastenmodul für mikrofluidische Analysen**

### **ABSTRACT**

Der mikrooptische Remissionssensor MORES<sup>®</sup> entwickelte sich in den vergangenen Jahren zu einer neuen innovativen technologischen Plattform mit einer hohen Vielfalt an potentiellen mikrooptischen und mikrosystemtechnischen Anwendungsfeldern. Neben Anwendungen auf dem Gebiet der Life-Science-Sensorik kommen um so mehr Anwendungen auf den Gebieten der chemischen und biochemischen Automatisierungstechnik zum Tragen. Nunmehr stehen erste auf diesem Prinzip basierende Bauelemente für den Match-X-Baukasten zur Verfügung, die unter Nutzung weiterer bereits verfügbarer Komponenten eine hocheffiziente Forschung und Entwicklung ermöglicht.

### **1 EINLEITUNG**

Die Mikroverfahrenstechnik zählt gegenwärtig zu einer der innovativsten Technologien auf dem Gebiet der chemisch/pharmazeutischen Synthese. Sie steht an der Schwelle zu einer breiten Anwendung in Industrie und Forschung. Neben zahlreichen Aktivitäten zur Standardisierung von Fluidikbausteinen durch die DECHEMA und anderen Konsortien wie die Fraunhofer Gesellschaft fokussiert die Entwicklung auf den Einsatz von Sensoren insbesondere zur Steuerung und Überwachung von mikrofluidischen und mikroreaktiven Abläufen. Hier setzt das Konzept des Einsatzes des mikrooptischen Remissions-/Reflexionsensors MORES<sup>®</sup> an. Zur Verkürzung der Entwicklungszeit und zur Steigerung der Flexibilität wird auch hier auf standardisierte modulare Baukastenelemente der Mikrosystemtechnik – kurz Match-X – zurückgegriffen, um Sensor-, Signalvorverarbeitung- und Auswerteelemente effizient zu verknüpfen [1]. Dieser optische Sensor wird wiederum an eine Fluidzelle angeschlossen, die mit anderen Fluidsystemen kompatibel ist. Damit gelingt es, schnell und flexibel prozesstechnische Daten von Synthesevorgängen und Stofftransport zu erfassen. In einem aktuell laufenden FuE-Projekt wurde die Nutzbarkeit des

mikrooptischen Remissions-/Reflexionsensors MORES<sup>®</sup> zur Kontrolle von mikrofluidischen und mikroreaktiven Abläufen nachgewiesen.

## 2 MORES ALS VARIABLES OPTISCHES ERKENNUNGSSYSTEM

Der mikrooptische Remissionssensor MORES<sup>®</sup> ist eine planare Sender-Empfänger-Baugruppe, die applikationsspezifisch mit bis 3 LEDs im Bereich 450-890 nm bestückt werden kann [2]. Durch die optisch glatte, absolut dichte, druckfeste und chemisch beständige Sensoroberfläche aus Foturanglas ist der Sensor vielseitig einsetzbar (Abb. 1) und verfügt über optimale Eigenschaften zur Adaption an transparente Durchflusszellen aus Glas oder Kunststoffen. Die optische Schnittstelle zum Analyt ermöglicht eine kontaktlose Messung und einfache Handhabung. Die integrierte Monitordiode erlaubt die simultane Messung der Strahlungsleistung der LEDs und kann damit, wie die ebenfalls auf dem Siliziumchip liegende Temperaturdiode bekannte Drifterscheinungen und Temperatureinflüsse auf das Messsignal kompensieren. Der Remissionssensor besitzt eine dreidimensionale, optische Blende in der Foturanglasebene, die das optische Übersprechen der LEDs zu den Fotodioden stark vermindert.

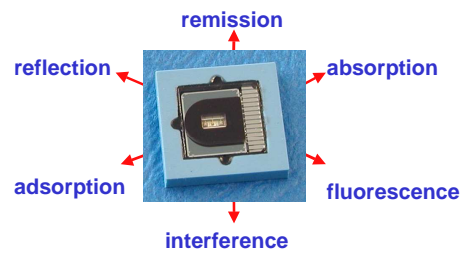


Abb. 1: Mögliche optische Erkennungsmodi des MORES<sup>®</sup>

## 3 MODULARE MIKROSYSTEME MIT DEM MATCH-X-BAUKASTEN

Für die Realisierung von modularen Mikrosystemen ist das Baukastensystem Match-X entwickelt worden, der eine effiziente Verknüpfung von Sensor-, Signalvorverarbeitungs- und Auswerteelementen zu komplexen Anwenderlösungen ermöglicht. Dazu besitzen die Bausteine vereinheitlichte geometrische, elektrische, fluidische u.a. Schnittstellen. Der MORES<sup>®</sup> Sensor bietet als Match-X-Anwenderkomponente die Möglichkeit die Verarbeitung des gemessenen Rohsignals in einem weiteren kompatiblen Match-X-Baustein durchführen zu können. Die ersten Anwendungen des Match-X-MORES wurden im CiS für die Mikrofluidik bzw. Mikroreaktionstechnik entwickelt. Die Integration der Sensoren in mikrofluidische Messmodule erschließt hier neue Funktionalitäten bei Steuerung und Regelung in der Mikroverfahrenstechnik.

## 4 MIKROFLUIDISCHE FUNKTIONSZELLE

Praktische Laboruntersuchungen und optische Simulation des Gesamtsystems mittels ASAP (Breault Research Organization Inc.) führten zur Entwicklung von sehr kompakten, auf einander abgestimmten Sensor-Fluid-Modulen mit Durchflusszellen aus Borosilicat-Glas, mäanderförmigen Durchflusskanälen (Abb. 2) und Kanalquerschnitten im Bereich von  $(0,500 \text{ mm})^2$  bis  $(1,0 \text{ mm})^2$ . Durch Anordnung eines weißen Reflektors auf der Rückseite der Durchflusszelle konnte eine weitere Erhöhung des Signalhubs erzielt werden. Die zusätzliche Unterbringung des Moduls in einer "Black Box" führte zu einer drastischen Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, da der Sensor unter Einfluß des Umgebungslichtes sehr empfindlich reagiert.

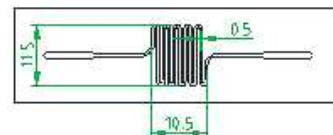


Abb. 2: Mäanderstruktur in Kanalebene

## 5 BESTIMMUNG DER KONZENTRATION VON GELÖSTEN FARBSTOFFEN

Am Beispiel des Farbstoffs Kristallviolett konnte in einem Remissionsaufbau nachgewiesen werden, dass das entwickelte Mikrofluidikmessmodul im linearen Messbereich (Lambert-Beersches Gesetz) spektrometrische Genauigkeit besitzt (Abb. 3) und reproduzierbare Ergebnisse auch über mehrere Tage hinweg bei Raumtemperatur liefert. Vor jeder Messung wurde jedoch eine Kalibrierung der MORES-Sensoren vorgenommen. Bei den Untersuchungen zur Meßsicherheit wurden die Ergebnisse der Durchflusszellen mit denen eines UV-VIS-Spektrometers (Specord 200, Analytik Jena AG) verglichen. Dazu wurden mit 6 Kristallviolettlösungen ( $1 \times 10^{-6} \text{ mol l}^{-1}$  bis  $1 \times 10^{-5} \text{ mol l}^{-1}$ ) Kalibriergeraden mit dem Spektrometer bzw. dem Remissionsmeßaufbau aufgenommen und anschließend eine  $5,0 \times 10^{-6}$  molare Farbstofflösung als Probe bei Raumtemperatur vermessen. Dabei erzielte der Remissionsmeßaufbau das gleiche Ergebnis (dieselbe Konzentration der Probe) wie das Spektrometer.

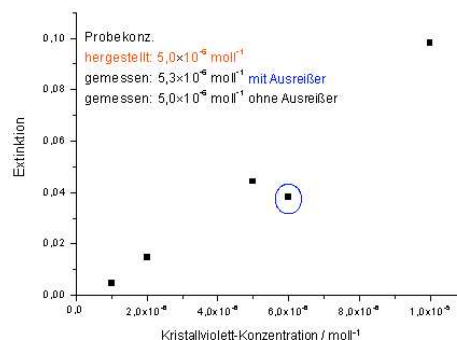


Abb. 3: Remissionsmessung mit MORES®

## 6 AUSBLICK

In den nächsten Monaten werden weitergehende Untersuchungen mit dem MORES-Sensor zur Detektion von Gasbläschen in Fluiden, zur Verweilzeitmessung und zur Trübungsmessung durchgeführt. Ebenfalls fortgesetzt werden die Arbeiten zur weiteren Erhöhung der Empfindlichkeit des Systems.

### Danksagung

Der mikrooptische Fluidsensor ist ein vom BMWA unterstütztes Entwicklungsvorhaben im Rahmen des Programms Inno-Watt.

### Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] efm-systems GmbH, "MATCH-X Bausteine", [Online] Verfügbar unter: [http://www.pb.izm.fhg.de/match-x/haupt/main\\_de\\_frmset.html?bausteine](http://www.pb.izm.fhg.de/match-x/haupt/main_de_frmset.html?bausteine), Datum 05/30/2005
- [2] Hans-Georg Ortlepp, Dieter Römhild, Arndt Steinke, "Micro-optical Remissions/Reflection Sensor system (MORES)", OPTO, Internat. Conf. and Exhibition on Optoelectronics, Optical Sensors & Measuring Techniques / Optische Sensorik, Meßtechnik & Elektronik, 5 (2002)

### Autorenangabe(n):

Andreas Albrecht  
Dr. Sabine Nieland  
Arndt Steinke  
CiS Institut für Mikrosensorik Erfurt  
99099 Erfurt  
Tel.: 0361 / 663 14 10  
Fax: 0361 / 663 14 13  
E-mail: [albrecht@cismst.de](mailto:albrecht@cismst.de)

Thomas Frank  
Little Things Factory GmbH  
Ehrenbergstraße 11, 98693 Ilmenau  
Tel.: 03677 6682 73, Fax: 03677 6682 79  
Email: [thomas.frank@ltf-gmbh.de](mailto:thomas.frank@ltf-gmbh.de)

Mike Günther  
Technische Universität Ilmenau  
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften  
Institut für Physik, PF 10 05 65, 98684 Ilmenau  
Tel.: 03677 69 3152, Fax: 03677 69 3179  
Email: [mike.guenther@tu-ilmenau.de](mailto:mike.guenther@tu-ilmenau.de)**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Veit Zöppg  
Steinbeis Transferzentrum Mechatronik Ilmenau  
Ehrenbergstrasse 11, 98693 Ilmenau  
Tel.: 03677 6685 00, Fax: 03677-6685 01  
Email: [veit.zoeppig@stw.tgz-ilmenau.de](mailto:veit.zoeppig@stw.tgz-ilmenau.de)